



(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09100363 A**

(43) Date of publication of application: **15.04.97**

(51) Int. Cl

**C08J 9/04**  
**B32B 5/18**  
**H01B 3/30**  
**H01B 17/60**  
**// C08L101/00**

(21) Application number: **07259039**

(22) Date of filing: **05.10.95**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **SUZUKI MASAOKI**  
**SONODA NOBUO**

**(54) LOW-PERMITTIVITY INSULATING PLASTIC FILM AND ITS PRODUCTION**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a low-permittivity insulating plastic film which is excellent in heat resistance and moldability and can be used for high-frequency electric and electronic apparatuses by selecting a film contg. a specific plastics and having specified physical properties.

SOLUTION: This film has a porous plastic part having a void content of 10vol.% or higher, pref. the porous plastic part occupying 50-98vol.% of the whole film, and has a

heat resistance of 100°C or higher and a permittivity of 2.5 or lower. Pref. examples of the plastics are an arom. polyester, a syndiotactic PS, a polyamide, a polyimide, and a partially fluorinated resin obtd. by using tetrafluoroethylene as a comonomer.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

RECEIVED  
JUN 21 2000  
TC 2000 MAIL ROOM

特開平 9 - 1 0 0 3 6 3

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 4 月 15 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C08J 9/04			C08J 9/04	
B32B 5/18			B32B 5/18	
H01B 3/30			H01B 3/30	Q
17/60			17/60	P
// C08L101/00	LTB		C08L101/00	LTB
			審査請求 未請求 請求項の数 10 OL (全 8 頁)	

(21) 出願番号 特願平 7 - 2 5 9 0 3 9

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 10 月 5 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 8 2 1

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

(72) 発明者 鈴木 正明

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内

(72) 発明者 園田 信雄

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内

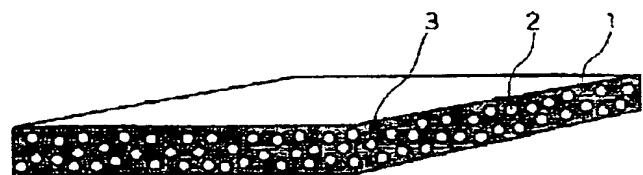
(74) 代理人 弁理士 東島 隆治 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 低誘電率プラスチック絶縁フィルムおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 電気・電子機器の高周波化に対応するために、プラスチック材料の誘電率のバルク物性から決まる値以下の誘電率を有し、かつ耐熱性、加工性に優れた低誘電率プラスチック絶縁フィルムを提供することを目的とする。

【解決手段】 空孔率 10 vol % 以上の多孔質プラスチックを含む低誘電率プラスチック絶縁フィルムで、殊に空孔を有さないか空孔率 10 vol % 以下のスキンフィルム層を表層に有する。多孔質プラスチックが、平均孔径 10  $\mu$ m 以下で、独立気泡を有する発泡構造体が好ましい。発泡剤を含むプラスチックフィルムを 2 つのプラスチックフィルムで挟んでラミネートする工程、ラミネート工程中またはその後に、発泡剤を発泡させて多孔質層を形成する発泡工程により製造する。



1 多孔質プラスチック部

2 気泡

3 耐熱性プラスチック

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックを含み、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下であることを特徴とする低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項2】 前記多孔質なプラスチックが、プラスチックフィルム全体の50vol%以上、98vol%以下の範囲である請求項1記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項3】 空孔を有さないか空孔率10vol%以下のスキンフィルム層を有し、前記スキンフィルム層の厚さがプラスチックフィルムの表層両面から1%以上、25%以下の範囲である請求項2記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項4】 プラスチックフィルムが、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックフィルムと、空孔を有さないプラスチックフィルムまたは空孔率10vol%以下の多孔質なプラスチックフィルムとを一体化してなる請求項2記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項5】 空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックが、平均孔径10μm以下であり、独立気泡を有する発泡構造体である請求項1または2に記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項6】 空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材とその両面に一体化した少なくとも2つのプラスチックフィルムからなり、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下であることを特徴とする低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項7】 プラスチックが、芳香族ポリエステル、シンジオタクチックポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、またはテトラフルオロエチレンを含んで共重合された部分フッ素化樹脂である請求項1、2または6に記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルム。

【請求項8】 空孔率10vol%以上の多孔質プラスチックフィルムまたは空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材を、少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んでラミネートすることにより、耐熱温度100℃以上で、かつ誘電率2.5以下の多層フィルムを得る低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方法。

【請求項9】 発泡剤を含有してなるプラスチックフィルムを少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んで構成するラミネート工程、および前記ラミネート工程中または前記ラミネート工程の後に、発泡剤を発泡させて空孔率10vol%以上の多孔質層を形成する発泡工程により、耐熱温度100℃以上で、かつ誘電率2.5以下の多層フィルムを得る低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方法。

【請求項10】 発泡剤が、二酸化炭素である請求項9に記載の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方

法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器などのプリント配線基板や回転機のスロット絶縁などに用いられる耐熱性のある低誘電率プラスチック絶縁フィルム、およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来よりプラスチックフィルムは、高い絶縁性能を有するために信頼性の必要な部品、部材として、ケーブル被覆絶縁、プリント配線基板、回転機のスロット絶縁など電子・電気機器や、フィルムコンデンサなど電子部品に応用されている。このようなプラスチック絶縁フィルムの開発の経緯は、機器絶縁としては、耐環境性に優れたプラスチック材料のフィルム開発が進められ、特に耐熱性の優れたエンジニアリングプラスチックの合成開発が進められてきた。また、フィルムコンデンサなど電子部品としては、プラスチック材料の耐熱性の開発に加えて、さらに高い静電容量を得るために誘電率の大きな材料開発が進められてきた。

【0003】最近では、高度情報化社会に対応した大量の情報を蓄積し、高速に処理、高速に伝達するための電子機器では、プラスチック材料にも高性能化が要求されている。特に、高周波化に対応した電気的特性として、低誘電率化、低誘電正接化が求められている。さらに、モータ等の回転機を有する機器では、高効率化、高機能化のため精密制御できるインバータ制御が行われている。そして、絶縁部材における高周波成分の漏洩電流の増加が生じるために、電気的特性としてそれを防ぐ低誘電率化が求められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】プラスチックフィルム材料の高周波化に対応した電気物性として、低誘電率化が求められている。通常は、誘電率は材料に依存しているから、低誘電率化のためには、低い誘電率の材料を選択する必要がある。しかし、プラスチックのバルク物性の誘電率は、その分子構造から決定されるため各材料において固有の値を有しているので、制御には限界がある。例えば、小さな誘電率を有するポリエチレン（PE）で約2.3であり、最も小さな誘電率を有するポリテトラフルオロエチレン（PTFE）でも約2.1である。また、耐熱性に優れたエンジニアリングプラスチックのポリエチレンテレフタレート（PET）では約3.1、最も耐熱性に優れたポリイミド（PI）では約3.3である。さらに、誘電率から材料を選択する場合には、加工性や耐熱性など他の物性も併せて満たす必要がある。しかし、一般にPI、PETなどの耐熱性の優れたエンジニアリングプラスチックは、芳香族成分を多く含み、密度が高いために誘電率の高いものが多い。また、低誘電率の面では優れているPTFEなどのふっ素

樹脂では、耐熱性は十分であるが、成形加工性に問題があり、PEなどのオレフィン樹脂では、耐熱性が100℃以下であり、十分ではなかった。

【0005】本発明は、上述のように高周波化に対応するために、プラスチック材料の誘電率のバルク物性から決まる値以下の誘電率を有し、かつ耐熱性、加工性に優れた低誘電率のプラスチック絶縁フィルムを提供することを目的とする。本発明は、また低誘電率のプラスチック絶縁フィルムを製造する方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムは、空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックを含み、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である。特に、優れた性能を有する低誘電率プラスチック絶縁フィルムは、耐熱温度が120℃以上で、かつ誘電率が2以下である。空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックは、プラスチックフィルム全体の50vol%以上、98vol%以下の範囲であるのが適している。さらに、空孔を有さないか、あるいは空孔率10vol%以下のスキンフィルム層を有し、このスキンフィルム層の厚さがプラスチックフィルムの表層両面から1%以上、25%以下の範囲であるのが特に適している。また、プラスチックフィルムは、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックフィルムと、空孔を有さないプラスチックフィルムとを一体化した多層フィルムが、特に適している。ここで、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックは、平均孔径が10μm以下であり、独立気泡を有する発泡構造体であるのが好ましい。

【0007】さらに、本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムは、空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材を、少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んで一体化した多層フィルムであって、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である。また、特に優れた性能を有する低誘電率プラスチック絶縁フィルムは、耐熱温度が120℃以上で、かつ誘電率が2以下である。

【0008】本発明に適した具体的なプラスチック材料としては、芳香族ポリエステル、シンジオタクチックポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、テトラフルオロエチレンを含んで共重合された部分フッ素化樹脂のいずれかであるのが好ましい。ここで、誘電率は周波数による分散があるが、少なくとも60Hzから1MHzの周波数範囲で2.5以下の値を有すればよい。また、耐熱温度は連続耐熱温度で100℃以上の条件を有すればよく、IEC規格の耐熱区分Y種以上であればよい。

【0009】本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方法は、空孔率10vol%以上の多孔質プラ

スチックフィルムまたは空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材を、少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んでラミネートする工程を有する。さらに、本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方法は、発泡剤を含有してなるプラスチックフィルムを少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んで構成するラミネート工程、および前記ラミネート工程中または前記ラミネート工程の後に、発泡剤を発泡させて空孔率10vol%以上の多孔質層を形成する発泡工程を有する。ここで、発泡工程で用いられる発泡剤は、二酸化炭素であるのが好ましい。

【0010】プラスチック材料に求められる高周波化に対応した電気物性として、低誘電率、低誘電正接、高絶縁耐圧がある。また、絶縁フィルムに使用される際の特性として、耐熱性、成形加工性が併せて必要である。これらのニーズは、電子・電気機器に用いられる絶縁材料について以下のような関係が成り立つことから、高周波化が進む中で重要性が高まっている。まず、プラスチックフィルムが交流機器の絶縁部に用いられる場合には、その絶縁部で漏洩する電力損失 $P_{loss}$ は、式(1)に示すように周波数 $f$ 、比誘電率 $\epsilon_r$ 、誘電正接 $\tan \delta$ の積に比例する。したがって、周波数が高くなると電力損失が増加する。それを防ぐためには、比誘電率を低くするか、誘電正接を小さくする必要がある。また、以下でも同様であるが、誘電率や誘電正接は、周波数によって値が異なる誘電分散を有するために、使用周波数範囲において変化が小さいことも必要である。

【0011】

【数1】

$$P_{loss} \propto f \cdot \epsilon_r \cdot \tan \delta \quad (1)$$

【0012】情報通信機器のプリント配線基板、層間絶縁部材などに用いられる場合には、絶縁材料による誘電損失 $\alpha$ は式(2)に示されるように、周波数 $f$ 、比誘電率 $\epsilon_r$ の平方根、誘電正接 $\tan \delta$ の積に比例する。したがって、周波数が高くなると誘電損失が増加する。それを防ぐためには、比誘電率を低くするか、誘電正接を小さくする必要がある。また、式(3)に示すように信号伝搬遅延時間 $T_d$ が比誘電率の平方根に比例して長くなるため、伝搬速度の高速化が要求される高周波機器において、その短縮をするために誘電率を低くすることが不可欠となる。なお、式(3)中の $L$ は信号伝搬距離、 $C$ は光速である。

【0013】

【数2】

$$\alpha \propto f \cdot \sqrt{\epsilon_r} \cdot \tan \delta \quad (2)$$

$$T_d = L \cdot \sqrt{\epsilon_r} / C \quad (3)$$

【0014】また、高周波化の課題に限らず、プラスチック材料の交流破壊電圧 $E_{bd}$ は、実験的に式(4)で表

10

20

30

40

50

される関係式のように、比誘電率が低く、誘電正接が小さいもののほど絶縁耐圧が高いことが知られている。従って、高周波化に伴う材料の低誘電率化は、絶縁性の向上にも効果が得られる取組みとなる。なお、式(4)中のA、Bは定数、 $\rho v$ は体積抵抗率である。次に、プラスチック材料の誘電率を考えると、誘電率はその分子構造によって決定される。すなわち、式(5)のクラジウス-モソッティの式で示される。

【0015】

【数3】

$$E_{bd} = A + B \cdot \log(\rho v / (\epsilon_r \cdot \tan \delta))$$

(4)

$$\epsilon_r = (1 + 2a) / (1 - a) \quad (5)$$

【0016】ここで、式(5)中のaは、 $a = P_m / V_m$ であり、 $P_m$ はモル分極、 $V_m$ はモル比容である。これらは、プラスチック材料の分子構造中の各官能基の種類とその分極率、分子の対称性で決まる。したがって、物質の誘電率は固有の値として決まっているために、低誘電率化には通常、材料の選定によって行われていた。しかし、プラスチック材料を使用するには、耐熱性や成形加工性など他の特性も必要であるために、単純な材料の置き換えでは対応できない。しかも、分極率が小さなC-

$$\epsilon_r(f) = \epsilon_r(g) \cdot V_g + \epsilon_r(b) \cdot (1 - V_g)$$

【0019】ここで、 $\epsilon_r(f)$ は本発明により構成されたフィルムの比誘電率、 $\epsilon_r(g)$ は気体の存在する空間部分の気体の比誘電率（通常は1）、 $\epsilon_r(b)$ はプラスチック材料のバルクの比誘電率である。また、 $V_g$ はプラスチック全体に対する気体の存在する空間部の容積比率であり、多孔質プラスチックの場合には空孔率に相当する。耐熱性のあるプラスチック材料を用いた場合に、高周波化による損失を低減するのに効果のある比誘電率の値としては、比誘電率2.5以下の値が特に有効である。式(6)から明らかなように、耐熱性や成形加工性等の特性から選んだプラスチックの材料の違いによって要求される空孔率は異なる。プラスチック全体が均質に多孔質である場合には、PETでは比誘電率が約3.1であり、空孔率約30vol%以上で比誘電率2.5以下となる。また、比誘電率が2.1で最も低いPTFEにおいては、比誘電率が2になる空孔率が9.1vol%であり、実質的には10vol%以上の値が必要となる。このような低い比誘電率は、バルクのプラスチックでは達成できない。

【0020】プラスチックフィルムとしては、多孔質なプラスチックのみで構成されていてもよいが、実際に絶

F結合のみを有し、対称性があるPTFEは、プラスチック材料の中では最も小さな誘電率の値を示すが、その誘電率は約2.1であり、材料の選択においてさえ限界がある。

【0017】そこで本発明は、空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックを含んだプラスチックフィルムを構成する。これによって、比誘電率が2.5以下の低誘電率プラスチック絶縁フィルムを得ることができる。空孔率によっては、バルクのプラスチックでは実現しない比誘電率2以下の値も得ることができる。したがって、上記のような材料選定の問題を解決し、この構成を作製できればプラスチック材料の種類によらずに非常に低い誘電率を得ることができる。さらに、本発明によれば、プラスチック材料として、耐熱温度100℃以上で、かつ成形加工性のある比較的誘電率の高かったエンジニアリングプラスチックを用いることができ、実用に供する低誘電率のプラスチックフィルムを提供できる。この構成では、プラスチック材料中に、固体部分に比較して誘電率の非常に小さい気体を有する空間部分が存在するために、フィルムの誘電率はプラスチックのバルクの誘電率より低くなる。その関係は、近似的には式(6)で示される。

【0018】

【数4】

(6)

縁部材に使用する際には、導体部が接触した状態となる。この際に、多孔質部分が表面に多く存在していたり、表面性が悪い場合などには、導体部との間にできたボイド部でコロナ放電などによる絶縁劣化を生じやすい。また、回転機などでは、潤滑油や液冷媒などの液体中において使用される場合もある。そのような場合、多孔質なプラスチックのみで構成されていると、液体が多孔質プラスチックの空孔部に浸入して、空孔部の誘電率が増加するために、誘電率が増加してしまうという問題を生じる。

【0021】上述のような使用方法の場合に、本発明のプラスチック絶縁フィルムでは、空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックで構成することに加えて、その多孔質プラスチック部分をプラスチックフィルム全体の50vol%以上、98vol%以下の範囲にすることで効果が発揮される。これは、プラスチック絶縁フィルムの片面、あるいは両面を空孔率が低く、平滑な層で構成することで実現できる。特に、両面に空孔を有さないか、あるいは空孔率10vol%以下のスキンフィルム層を形成することによって、優れた効果を発揮することができる。すなわち、このスキンフィルム層の

厚さを、プラスチックフィルムの表層両面からそれぞれ1%以上、25%以下の範囲であるように構成する。また、プラスチックフィルムを、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックフィルムと、空孔を有さないプラスチックフィルムまたは空孔率10vol%以下の多孔質なプラスチックフィルムとをラミネートなどによって多層化して構成することができる。ここで、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックが、平均孔径が10 $\mu$ m以下であり、独立気泡を有する発泡構造体であれば、特に空孔部への液体物質の浸透を抑制する効果が発揮できる。さらに、フィルムの側面の空孔部を塞いでおくことも空孔部への液体物質の浸透を抑制する上でより効果がある。同様な効果を得るため、空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材を、少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んでラミネートなどで多層化したプラスチックフィルムを構成することによって、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムを得ることができる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例について説明する。本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの1例を図1に示す。この例では、耐熱性100℃以上のプラスチック3をフィルム材料として用い、気泡2が形成された空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチック部1で構成されている。この構成によって、電気的特性や成形加工性に優れた、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムが得られる。図1では、自立したフィルムとして描かれているが、実際には電極が形成されていたり、絶縁フィルムとして導体に巻かれていたり、さらには導体を形成した基材上にコーティングされていたりする。また、実際に用いられるフィルムの厚さは、一般的には0.1 $\mu$ mから1mm位までの範囲のものが適用できる。空孔を形成し、かつ成形加工性の得られる厚さとしては、1 $\mu$ mから500 $\mu$ mが適している。

【0023】この空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックフィルムは、発泡剤や配向処理などによる一般的な発泡技術によって形成することができる。具体的な発泡技術の適用できる例としては、次のようなものがある。

(1) 原料となるプラスチックに発泡剤を含有し、それをフィルムに成形した後に、熱などエネルギーを加えることで発泡する方法、(2) 原料となるプラスチック、またはそのフィルムを発泡剤によって膨潤させておき、フィルムの形態において液体を気化させて発泡する方法、(3) 原料となるプラスチックフィルムに、発泡ガスを吸収、溶解させておき、減圧、または常圧での圧力の解放、または熱などエネルギーを加えることによる気化などによって発泡する方法、(4) 原料となるプラスチック

チックに発泡剤を含有し、それをフィルム成形時、または成形後に、延伸など配向処理を行うことで空孔を形成する方法。

【0024】これら以外にも、プラスチックに機械的に気体を混入する方法や、プラスチックに他の空孔形成用の材料を混入しておき、それを溶剤によって除去する方法など様々な方法がある。また、発泡の際に用いる発泡ガスとしては、水、低沸点の有機化合物などを用いることができる。他にはヘリウム、アルゴン、キセノンなどの不活性ガス、窒素、酸素、空気、二酸化炭素などの気体を用いることができる。特に二酸化炭素は、プラスチックに対して反応性がなく、プラスチックに対する浸透性が高いために、高圧液体状態で容易に含浸でき、また超臨界流体状態で十分にプラスチックに溶解することができるために好ましく、常温常圧状態でも比較的吸収量が多く発泡制御を行いやすいために適している。

【0025】形成されている空孔は、各空孔が連続的につながっている連通気泡でも、互いに独立な独立気泡でも良いが、液体中に含浸したり、湿度の影響を防いだりするためには独立気泡である方がよい。独立気泡は、独立気泡率で80%以上であることが好ましい。すなわち、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチックが、平均孔径が10 $\mu$ m以下であり、独立気泡を有する発泡構造体であれば良好な低誘電率プラスチック絶縁フィルムを提供できる。

【0026】次に、本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの他の実施例を図2に示す。図1と同様に、耐熱性100℃以上のプラスチック3をフィルム材料として用い、気泡2が形成された空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチック部1を有する。この構成では、空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチック部1がプラスチックフィルム全体の50vol%以上、98vol%以下の範囲にあり、空孔率10vol%以下のスキンフィルム層4がプラスチックフィルムの表層両面から全体の厚さの1%以上、25%以下の範囲で形成されている。この構成によって、導体部との密着性に優れ、絶縁性が高く、成形加工性に優れ、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムが得られる。このようなスキンフィルム層は、空孔率の異なるフィルムをラミネート、共押出しなどで一体化することができる。また、空孔形成時にフィルム両面を平滑な平面の治具にて挟んで作製することにより、空孔径が傾斜配置した、すなわち、表層部側で空孔径が小さく、内側では順次空孔径が大きくなるスキンフィルム層を形成する方法も適用できる。

【0027】また、本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの他の実施例を図3に示す。図1と同様に、耐熱性100℃以上のプラスチック3をフィルム材料として用い、気泡2が形成された空孔率10vol%以上の多孔質なプラスチック部1を有する。この例では、空孔

率10vol%以上の多孔質なプラスチック部1が空孔を有さないプラスチックフィルム5と多層化された構成であり、空孔を有さないプラスチックフィルム5は、プラスチックフィルム全体の表面両面から1%以上、25%以下の厚さの範囲で形成されている。この構成によって、図2の構成と同様に導体部との密着性に優れ、絶縁性が高く、成形加工性に優れ、耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムが得られる。この際、多孔質なプラスチック部1とプラスチックフィルム5の材質としては、異なっているとしても良いが、界面分極などを生じにくいように同材質のものを使用するのが好ましい。

【0028】また、本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの他の実施例を図4に示す。この例では、空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材6を有する。このプラスチック部材6は、耐熱性100℃以上のプラスチック繊維8からなる繊維で構成され、繊維間に空隙が形成されている。部材6に、空孔を有さないプラスチックフィルム7を一体化することによって空隙容積率10vol%以上となり、図2の構成と同様に導体部との密着性に優れ、絶縁性が高く、成形加工性に優れた耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムが得られる。この例では、空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材6は、耐熱性100℃以上のプラスチック繊維からなる繊維で構成されており、スクリーン印刷用のポリエステルメッシュなどを用いることができる。この他の部材としては、例えば、エンボス加工などで凹凸を形成して空隙容積率を10vol%以上にしたプラスチックフィルム、プラスチック粒子の充填構造、ハニカム構造、波形構造、ジグザグ構造などがあり、両面のプラスチックフィルム7によってプラスチック部材を支持体として空間を維持できる構造であればよい。

【0029】本発明の低誘電率プラスチック絶縁フィルムを構成する具体的なプラスチック材料としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートなどの芳香族ポリエステル、シンジオタクチックポリスチレン、ナイロン6、ナイロン66などのポリアミド、ポリイミド、テトラフルオロエチレンを含んでエチレンなどと共重合された部分フッ素化樹脂のいずれかが好ましい。また、ポリエーテルイミド、ポリカーボネート、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリ3フッ化塩化エチレンなどのエンジニアリングプラスチックも同様に効果が得られる。

【0030】具体的な多層構造からなる耐熱温度が100℃以上で、かつ誘電率が2.5以下である低誘電率プラスチック絶縁フィルムの製造方法としては、空孔率が10vol%以上である多孔質なプラスチックフィルム、あるいは空隙容積率10vol%以上のプラステッ

ク部材を、少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んでラミネートする方法がある。また、他の具体的な製造方法としては、発泡剤を含有してなるプラスチックフィルムを少なくとも2つのプラスチックフィルムで挟んで構成するラミネート工程を有し、そのラミネート工程中に、あるいはラミネート工程の後に、発泡剤を発泡させて空孔率10vol%以上の多孔質層を形成する発泡工程を設定する方法がある。この製造方法を用いると、プラスチックフィルムの発泡時に生じるフィルムの平滑性の乱れや表面あれなどを防ぐことができ、絶縁性能の高いフィルムを形成することができる。

【0031】発泡ガスとしては、前述のように多くのガスを用いることができる。殊に、二酸化炭素が好ましい。二酸化炭素は、プラスチックに対する気体の透過係数が大きいため、空孔内から比較的早く空気との置換を生じるのである。また、プラスチック材料の軟化する温度条件で加熱することで容易に発泡し、均一な気泡分布を有する多孔質なプラスチックを得ることができる。このようにプラスチックフィルムを多層化する際に、両者を密着させる方法としては、耐熱性のある接着層を介してラミネートしても良いし、併せて熱を加えて溶融押出しのようにラミネートしても良い。接着層を設けるときには、耐熱性のある樹脂成分のものを使用する必要がある。

【0032】【実施例1】プラスチック材料としてポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、シンジオタクチックポリスチレン(SPS)、ナイロン6(PA-6)、ポリイミド(PI)、テトラフルオロエチレンを含みエチレンと共重合された部分フッ素化樹脂(ETFE)を用いた。表1に、これらのプラスチックの連続使用時の耐熱温度、周波数60Hzから100kHzの領域の平均的なプラスチックフィルムバルクの比誘電率、二酸化炭素などの発泡剤を用いてフィルム形態から発泡して得られた多孔質なフィルムを誘電率2.5以下に形成した場合の空孔率、同じく誘電率2以下に形成した場合の空孔率を示した。それぞれフィルムの厚みは150μm~200μmの範囲のものを使用した。これらのプラスチックは、前記の空孔率を有する多孔質フィルムにおいても耐熱使用温度は維持されており、機械強度はフィルムの成形加工に十分なものであった。また、前記の空孔率を有する多孔質フィルムの各孔径は、約5μmから約50μmの範囲であった。そして、誘電率2.5以下の空孔率の多孔質フィルムでは、平均孔径10μmがほとんどであった。

【0033】

【表1】

プラスチック	耐熱温度 (℃)	比誘電率 $\epsilon$	空孔率 (%)	
			$\epsilon \leq 2.5$	$\epsilon \leq 2$
PET	120	3.2	32	55
PEN	120	2.9	21	47
SPS	120	2.4	—	29
PA-6	110	4.0	50	67
PI	200	3.3	35	57
ETFE	150	2.6	6	38

【0034】【実施例2】実施例1と同様にしてPET

プラスチック	比誘電率 $\epsilon$ (60Hz)	比誘電率 $\epsilon$ (1MHz)	電力損失 バルクを1とする	絶縁耐圧 (kV/0.1mm)
バルクPET	3.2	3.1	1	15
多孔質PET	2.4	2.3	0.75	13
多層化PET	2.5	2.4	0.8	20

【0036】1MHzにおける電力損失比は、誘電率の低下に伴って低下した。さらに、絶縁耐圧については、多孔質なフィルムのみでは、表面性の低下が原因と考えられる耐圧低下を少し生じているが、実用範囲内であり、さらに多層化したことで耐圧の向上が得られた。

【0037】【実施例3】直径30 $\mu$ mのポリエステル繊維が100 $\mu$ m間隔で編まれている織物の両面に、フィルム厚さ8 $\mu$ mのPETフィルム、ポリエステル系接着層を介してラミネートした。作製されたプラスチック絶縁フィルムは、空隙率約50vol%のプラスチック部材をフィルムの中心に有し、全体として空隙率約38vol%、誘電率2.3の低誘電率プラスチック絶縁フィルムであった。このフィルムの耐熱性は110℃であり、成形加工性については、織物部分のクッション性によってバルクの同じ厚さのフィルムよりも向上していた。

【0038】【実施例4】フィルム厚さ100 $\mu$ mのSPSに、二酸化炭素を浸透圧力60kg/cm<sup>2</sup>で浸透させた。このフィルムを2枚の厚さ20 $\mu$ mのSPSフィルムで挟んで、ラミネート温度200℃でラミネートした。このラミネート工程において、ラミネートする際の加熱によって、含浸している二酸化炭素が発泡し多孔質なプラスチック部が形成された。約60%の発泡部の厚みの膨張が得られ、全体として空隙率約30vol%、誘電率約2の低誘電率プラスチック絶縁フィルムが得られた。

【0039】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、バルクのプラスチックフィルムでは得られなかった低誘電率であ

を発泡してフィルム厚さ200 $\mu$ m、空隙率36vol%の多孔質フィルムを得た。この多孔質PETフィルムの比誘電率は、測定周波数1MHzにおいて2.3であった。このフィルムを2枚のフィルム厚さ10 $\mu$ mのPETフィルムで挟み、耐熱性120℃以上の飽和ポリエステル系接着層を介して温度150℃でラミネートして多層化した。こうして得た多層化フィルムは、同じ周波数にて比誘電率2.4が得られた。表2に本実施例の各測定条件での電気的特性を元のPETフィルムと比較して示す。

【0035】

【表2】

り、かつ耐熱性、成形加工性のある低誘電率プラスチック絶縁フィルムを提供することができる。これによって、従来より電力損失や電送損失を低減することができ、かつ絶縁耐圧に優れた絶縁フィルムが得られる。さらに、本発明の製造方法によると、空隙または空隙を有するプラスチック部材を多層化することによって表面平滑性、成形加工性を付与し、前記の低誘電率プラスチック絶縁フィルムの電気的特性を改善することができる。本発明によって、今後、電気・電子機器の高周波化に対応して、電力損失や電送損失の少ないプラスチック絶縁フィルムを提供でき、機器の効率化を進めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における低誘電率プラスチック絶縁フィルムの構成を示す模式図である。

【図2】本発明の他の実施例における低誘電率プラスチック絶縁フィルムの構成を示す模式図である。

【図3】本発明の他の実施例における低誘電率プラスチック絶縁フィルムの構成を示す模式図である。

【図4】本発明の他の実施例における低誘電率プラスチック絶縁フィルムの構成を示す模式図である。

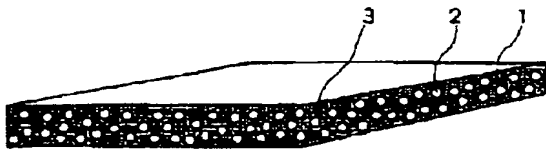
【符号の説明】

- 1 空隙率10vol%以上の多孔質なプラスチック部
- 2 気泡
- 3 耐熱性100℃以上のプラスチック
- 4 空隙率10vol%以下のスキンフィルム層
- 5 空隙を有さないプラスチックフィルム
- 6 空隙容積率10vol%以上のプラスチック部材
- 7 空隙を有さないプラスチックフィルム



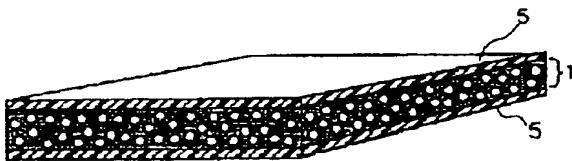
## 8 織物を構成するプラスチック繊維

【図 1】

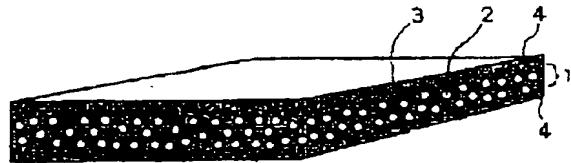


- 1 多孔質プラスチック部
- 2 気泡
- 3 耐熱性プラスチック

【図 3】



【図 2】



【図 4】

